

SKRIPSI
ANALISIS KERAWANAN LONGSOR BERBASIS *SPATIAL MULTI*
***CRITERIA EVALUATION* (SMCE) DAERAH LUBUAK ALAI DAN**
SEKITARNYA, KABUPATEN LIMA PULUH KOTA,
SUMATERA BARAT



Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik (ST)

Oleh :

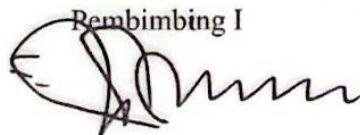
MUHAMAD IVAN FIRSIANO

03071181621007

PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Analisis Kerawanan Longsor Berbasis *Spatial Multi Criteria Evaluation* (SMCE) Daerah Lubuak Alai dan Sekitarnya, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat
2. Biodata Peneliti :
- a. Nama Lengkap : Muhamad Ivan Firstiano
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. NIM : 03071181621007
 - d. Alamat Rumah : Jalan Lintas Baturaja No. 141, Desa Tanjung Agung, Kec. Tanjung Agung, Kab. Muara Enim
 - e. Telepon/Hp/e-mail : 0895326379603/ivanfirstiano@gmail.com
3. Nama Penguji I : (Budhi Setiawan, S.T., M.T., Ph.D.) (*Budhi*)
4. Nama Penguji II : (Harnani, S.T., M.T.) (*Harnani*)
5. Jangka Waktu Penelitian : (6 Bulan)
- a. Persetujuan Lapangan : (12 Maret 2022)
 - b. Sidang Sarjana : (19 September 2022)
7. Pendanaan :
- a. Sumber dana : Mandiri
 - b. Besar dana : Rp.3.080.000,00

Rembimbing I


Dr. Ir. Endang Wiwik DH., M.Sc.
NIP. 195902051988032002

Palembang, September 2022

Menyetujui,
Pembimbing II



Elisabet Dwi Mayasari, S.T., M.T.
NIP. 198705252014042001

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Geologi



Elisabet Dwi Mayasari, S.T., M.T.
NIP. 198705252014042001

UCAPAN TERIMAKASIH

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik. Penulis juga mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu, mendukung dan mendoakan penulis selama penyusunan skripsi ini, antara lain :

1. Dosen pembimbing Mata Kuliah Tugas Akhir Elisabet Dwi Mayasari, S.T., M.T. dan Dr. Ir. Endang Wiwik Dyah Hastuti M.Sc yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama penyusunan skripsi ini.
2. Lubuak Alai squad (Andi, Aurel, Dian, Sherly) yang telah kebersamai di lapangan selama proses pengambilan data.
3. Bapak Kepala Desa Lubuak Alai dan Desa Muara Paiti yang telah memberikan izin selama kegiatan di lapangan berlangsung
4. Dosen serta Staff Program Studi Teknik Geologi Universitas Sriwijaya.
5. Bejo squad (Deri, Dio, Fikhry, Akbar, Haikal, Xanana, Hervin, Andi, Karomi, Dimas, Fernando) yang berjuang bersama dari awal sampai akhir.
6. Teman-teman angkatan 2016 Program Studi Teknik Geologi Universitas Sriwijaya.
7. Kedua orangtua, Bapak Muhammad Abdurrauf dan Ibu Elisna Khairiah serta seluruh keluarga yang setiap saat selalu memberikan semangat, dukungan doa dan materil kepada penulis.

Penulis mengharapkan kritik dan saran untuk memperbaiki laporan ini sehingga kelak dapat bermanfaat bagi pembaca. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih.

Palembang, 02 September 2022

Penulis



Muhamad Ivan Firstiano

NIM 03071181621007

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh pihak lain untuk mendapatkan karya atau pendapat yang telah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip (dalam naskah ini dan disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka).

Apabila ternyata dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan adanya unsur-unsur plagiat, skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya capai (S1) dibatalkan, serta diproses sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 27 Tahun 2003 Pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70).



Palembang, 02 September 2022

Muhamad Ivan Firstiano
03071181621007

ABSTRAK

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sumatera Barat, terdapat 30 kejadian tanah longsor di Kabupaten Lima Puluh Kota dari tahun 2019 hingga 2021. Penelitian yang dilakukan merupakan analisis kerawanan longsor di Desa Lubuak Alai dan sekitarnya, Kecamatan Kapur IX, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi geologi dan tipe longsor, menganalisis parameter penyebab longsor, mengidentifikasi tingkat kerawanan longsor, dan menentukan persebaran wilayah yang berpotensi longsor di daerah penelitian. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Spatial Multi Criteria Evaluation* (SMCE) yang berhubungan dengan sistem informasi geografis. Metode ini dilakukan dengan cara pembobotan setiap parameter berdasarkan pada metode *Analytical Hierarchical Process* (AHP). Pembobotan dapat dilakukan dengan menggunakan aplikasi ILWIS 3.3 *Academic*. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan, pada daerah penelitian ditemukan lima titik pengamatan longsor. Parameter yang digunakan dalam menentukan tingkat kerawanan longsor yaitu elevasi, kemiringan lereng, jenis batuan, jenis tanah, struktur geologi, kelurusan, tata guna lahan, curah hujan, dan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Parameter tersebut kemudian dilakukan *overlay* menggunakan ArcGIS sehingga menghasilkan peta kerawanan longsor di daerah penelitian. Tingkat kerawanan longsor di daerah penelitian dibagi menjadi lima kelas, yaitu sangat rendah dengan luas terbesar (49 %), rendah (33 %), sedang (16.2 %), tinggi (1.5 %), dan sangat tinggi dengan area terkecil (0.3 %).

Kata kunci : SMCE, AHP, kerawanan, longsor

ABSTRACT

According to the Central Statistics Agency (BPS) of West Sumatra Province, there were 30 landslide events in Lima Puluh Kota Regency from 2019 to 2021. The research carried out was an analysis of landslide susceptibility in Lubuak Alai Village and its surroundings, Kapur IX District, Lima Puluh Kota Regency, West Sumatra. This study aims to identify geological conditions and types of landslides, analyze the parameters that cause landslides, identify the level of landslide susceptibility, and determine the distribution of areas that have the potential for landslides in the study area. The method used in this study is Spatial Multi Criteria Evaluation (SMCE) related to geographic information systems. This method is carried out by weighting each parameter based on the Analytical Hierarchical Process (AHP) method. Weighting can be process using the ILWIS 3.3 Academic. Based on the observations that have been made, in the research area five landslide observation point were found. The parameters used in determining the level of landslide susceptibility are elevation, slope, rock type, soil type, geological structure, lineament, land use, rainfall, and the normalized difference vegetation index (NDVI). These parameters are then overlaid using ArcGIS to produce a landslide susceptibility map in the research area. The landslide susceptibility level in the study area is divided into five classes, namely very low with the largest area (49%), low (33%), moderate (16.2%), high (1.5%), and very high with the smallest area (0.3%) .

Keywords: SMCE, AHP, susceptibility, landslide

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
UCAPAN TERIMAKASIH	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	1
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Lokasi dan Kesampaian Daerah	2
BAB II KERAWANAN LONGSOR DAN <i>SPATIAL MULTI CRITERIA</i> <i>EVALUATION</i>	4
2.1 Tanah Longsor	4
2.1.1 Faktor Terjadinya Tanah Longsor	4
2.1.2 Klasifikasi Longsor	6
2.2 Pengindraan Jauh (<i>Remote Sensing</i>).....	8
2.3 Sistem Informasi Geografis (SIG)	9
2.3.1 Perangkat Keras.....	9
2.3.2 Perangkat Lunak.....	9
2.3.3 Data	9
2.3.4 Metode.....	10
2.3.5 Manusia	10
2.4 <i>Spatial Multi Criteria Evaluation (SMCE)</i>	10
2.5 Kerawanan Longsor.....	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 Pendahuluan.....	12
3.2 Pengumpulan Data.....	13
3.2.1 Data Primer.....	13

3.2.2. Data Sekunder	13
3.3 Pengolahan dan Analisis Data	14
3.3.1 Pemetaan Geologi.....	15
3.3.2 Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis	19
3.4 Tahap Penyelesaian.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Geologi Daerah Lubuak Alai dan Sekitarnya	23
4.1.1 Stratigrafi.....	23
4.1.2 Struktur Geologi	25
4.1.3 Geomorfologi	26
4.2 Analisis Kerawanan Longsor.....	29
4.2.1 Analisis Parameter Kerawanan Longsor	31
4.2.2 <i>Overlay</i>	35
4.3 Pembahasan dan Saran.....	36
BAB V KESIMPULAN.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kepekaan penggunaan lahan terhadap erosi.....	5
Tabel 3.1	Klasifikasi lereng (Widyatmanti, 2016)	18
Tabel 3.2	Karakteristik serta spesifikasi <i>band</i> pada Landsat 8 OLI/TIRS	19
Tabel 4.1	Kolom stratigrafi daerah penelitian	24
Tabel 4.2	Hasil pembobotan parameter elevasi	32
Tabel 4.3	Hasil pembobotan parameter kemiringan lereng	32
Tabel 4.4	Hasil pembobotan parameter jenis batuan	33
Tabel 4.5	Hasil pembobotan parameter jenis tanah	33
Tabel 4.6	Hasil pembobotan parameter struktur geologi.....	34
Tabel 4.7	Hasil pembobotan parameter densitas kelurusan.....	34
Tabel 4.8	Hasil pembobotan parameter tata guna lahan	35
Tabel 4.9	Hasil pembobotan parameter NDVI	35
Tabel 4.10	Hasil pembobotan setiap parameter	36
Tabel 4.11	Hasil perbandingan lokasi longsor terhadap parameter yang digunakan	36
Tabel 4.12	Tingkat kerawanan longsor di daerah penelitian	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Lokasi Administratif Daerah Penelitian.....	3
Gambar 2.1	a) Rotational landslide, b) Translational landslide, c) Block Slide (Highland & Jhonson, 2004)	6
Gambar 2.2	Tipe longsor fall (Highland & Jhonson, 2004)	7
Gambar 2.3	Tipe longsor topple (Highland & Jhonson, 2004)	7
Gambar 2.4	a) Debris flow, b) Debris avalanche, c) Earthflow, d) Creep (Highland & Jhonson, 2004).....	8
Gambar 2.5	Tipe longsor lateral spreads (Highland & Jhonson, 2004)	8
Gambar 2.6	Skema pengindraan jauh (Vaddi, et al., 2020).....	9
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	12
Gambar 3.2	Diagram klasifikasi batuan sedimen klastik (Pettijohn, 1975)	15
Gambar 3.3	Klasifikasi batuan karbonat (Dunham, 1962)	16
Gambar 3.4	Klasifikasi sesar berdasarkan nilai dip bidang sesar dan rake (Fossen, 2010).....	16
Gambar 3.5	Klasifikasi lipatan berdasarkan interlimb angle (Fossen, 2010).....	17
Gambar 3.6	Klasifikasi lipatan berdasarkan dip of axial dan plunge of hingeline (Fossen, 2010)	17
Gambar 3.7	Konsep Harding (1973).....	18
Gambar 3.8	Proses pembobotan parameter metode SMCE.....	21
Gambar 4.1	Peta Lintasan dan Pengamatan Daerah Penelitian (Firstiano, 2022)	23
Gambar 4.2	Struktur sedimen di batuan Formasi Menggala	24
Gambar 4.3	Singkatan batulanau Formasi Telisa	25
Gambar 4.4	Peta Geomorfologi Daerah Penelitian (Firstiano, 2022).....	27
Gambar 4.5	Kenampakan perbukitan tinggi lipatan (PTL)	27
Gambar 4.6	Kenampakan bentuk lahan perbukitan lipatan (PL).....	28
Gambar 4.7	Kenampakan bentuk lahan perbukitan rendah lipatan denudasional (PRL)	28
Gambar 4.8	Kenampakan sungai Batang Batiung (kiri) dan Batang Paiti (kanan)	29
Gambar 4.9	Lokasi pengamatan longsor 1 tipe translational landslide	30
Gambar 4.10	Lokasi pengamatan longsor 2 tipe translational landslide	30
Gambar 4.11	Lokasi pengamatan longsor 3 tipe translational landslide	30
Gambar 4.12	Lokasi pengamatan longsor 4 tipe topple	31
Gambar 4.13	Lokasi pengamatan longsor 5 tipe fall	31
Gambar 4.14	Peta Kerawanan Longsor Daerah Penelitian.....	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Tabulasi Data Lokasi Pengamatan Longsor Daerah Penelitian

Lampiran B. Peta Lokasi Pengamatan Longsor Daerah Penelitian

Lampiran C. Peta Parameter Longsor Daerah Penelitian

Lampiran C1. Peta Elevasi

Lampiran C2. Peta Kemiringan Lereng

Lampiran C3. Peta Jenis Batuan

Lampiran C4. Peta Jenis Tanah

Lampiran C5. Peta Jarak Dari Sesar

Lampiran C6. Peta Densitas Kelurusan

Lampiran C7. Peta Tata Guna Lahan

Lampiran C8. Peta Curah Hujam

Lampiran C9. Peta NDVI

Lampiran D. Peta Kerawanan Longsor Daerah Penelitian

BAB I

PENDAHULUAN

Bab pendahuluan merupakan tahap pertama dalam melakukan suatu penelitian. Bab pendahuluan terdiri dari latar belakang, maksud dan tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, serta lokasi dan kesampaian daerah.

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang secara geografis terletak di antara tiga lempeng tektonik, yaitu Lempeng Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Letak geografis ini menghadapkan Indonesia pada kondisi geologis yang dinamis, rawan bencana seperti gempa bumi, tsunami, dan tanah longsor (BNPB, 2012). Dalam beberapa tahun terakhir, kejadian tanah longsor di Indonesia semakin meningkat dengan sebaran yang lebih luas.

Penelitian ini dilakukan di daerah Lubuak Alai dan Sekitarnya, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat dengan luas sekitar 81 km². Penelitian ini merupakan kegiatan yang dilaksanakan setelah pemetaan geologi. Berdasarkan kegiatan tersebut, lokasi penelitian memiliki topografi berupa perbukitan rendah hingga tinggi. Kondisi topografi ini merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya longsor di daerah penelitian. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, ditemukan beberapa titik lokasi terjadinya longsor sehingga tidak menutup kemungkinan terjadinya longsor di sekitar daerah tersebut. Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sumatera Barat menyebutkan bahwa terdapat 30 kejadian tanah longsor di Kabupaten Lima Puluh Kota sejak tahun 2019 hingga 2021. Hal tersebut menjadi latar belakang untuk melakukan studi kerawanan longsor di daerah penelitian.

Metode yang digunakan untuk menentukan tingkat kerawanan longsor yaitu berbasis *Spatial Multi Criteria Evaluation* (SMCE) dengan mengkombinasikan beberapa data dan parameter. SMCE dapat membantu pembuat kebijakan memilih hasil terbaik dari sejumlah keluaran simulasi alternatif yang tersedia berdasarkan skala prioritas. SMCE juga dapat menggabungkan data spasial dan non spasial. Sistem Informasi Geografis memiliki kemampuan dalam mengerjakan proses pemasukkan, penyimpanan, manipulasi, menampilkan, dan menghasilkan informasi. SIG dapat menyajikan informasi mengenai potensi dan sebaran wilayah rawan longsor berdasarkan perhitungan penilaian dan pembobotan dari parameter yang telah dikombinasikan.

1.2 Maksud dan Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk mengidentifikasi kerawanan longsor di Lubuak Alai dan sekitarnya. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi kondisi geologi di daerah penelitian.
2. Mengidentifikasi tipe longsor di daerah penelitian.

3. Menganalisis beberapa parameter yang menjadi faktor penyebab terjadinya longsor di daerah penelitian.
4. Mengidentifikasi tingkat kerawanan longsor pada daerah penelitian.
5. Menentukan persebaran wilayah yang berpotensi terjadinya longsor.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maksud, dan tujuan yang dibahas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi geologi di daerah penelitian?
2. Apa saja tipe longsor di daerah penelitian?
3. Apa saja parameter yang dapat menjadi faktor penyebab terjadinya longsor?
4. Bagaimana tingkat kerawanan longsor pada daerah penelitian?
5. Bagaimana persebaran wilayah rawan longsor pada daerah penelitian?

1.4 Batasan Masalah

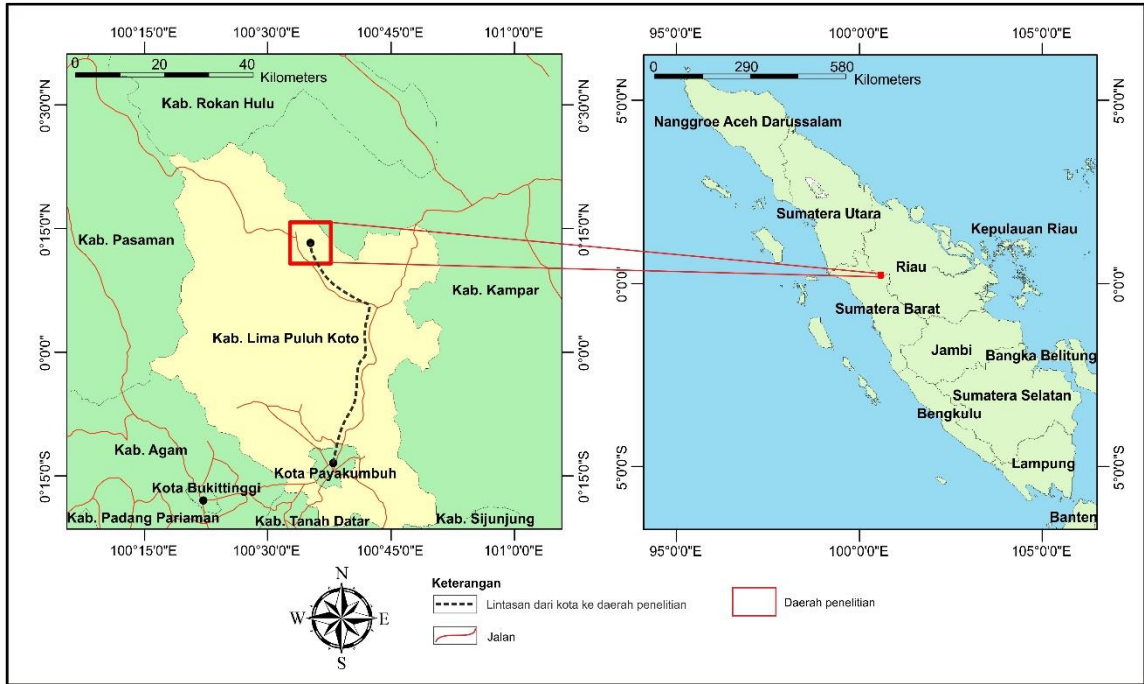
Penelitian ini dibatasi ruang lingkupnya tergantung pada lokasi dan bidang kajian serta pembahasannya. Batasan pembahasan adalah sebagai berikut :

1. Kondisi geologi di daerah penelitian yang mencakup stratigrafi, struktur geologi, dan geomorfologi.
2. Pengamatan titik lokasi longsor di daerah penelitian.
3. Parameter penyebab terjadinya longsor berdasarkan data primer dan data sekunder.
4. Kerawanan longsor yang diperoleh dari hasil *overlay* setiap parameter yang digunakan.
5. Persebaran wilayah rawan longsor yang ditampilkan dalam bentuk peta.

1.5 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Secara geografis, lokasi penelitian terletak di dekat perbatasan antara Provinsi Sumatera Barat dan Provinsi Riau (Gambar 1.1). Secara administratif, lokasi penelitian utama berada di Kecamatan Kapur IX, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat. Lima Puluh Kota Kabupaten terletak antara 0° 25` 28.71" Lintang Utara (LU) - 0° 22` 14.52" Lintang Selatan (LS) dan 100° 15` 44.10" Bujur Timur (BT) - 100° 50` 47.80" Bujur Timur (BT) dan memiliki luas 3.354,30 km². Daerah pencarian tersebut masuk dalam Peta Geologi Pekanbaru (17-0816) berdasarkan Indeks Pemetaan Bumi Indonesia yang diterbitkan oleh Badan Koordinasi Nasional Pemetaan dan Survei (BAKOSURTANAL).

Kesampaian menuju daerah penelitian ditempuh melalui jalur darat dengan menggunakan kendaraan bus dan mobil. Waktu tempuh yang diperlukan bus untuk sampai ke kota Bukittinggi ± 23 jam dari kota Palembang. Dari kota Bukittinggi menuju desa Lubuak Alai, kecamatan Kapur IX, kabupaten Lima Puluh Kota menggunakan mobil dengan waktu tempuh ± 5 jam. Sebagian daerah studi dapat diakses dengan menggunakan kendaraan bermotor, sebagian lainnya hanya dapat diakses dengan jalan kaki dan perahu.



Gambar 1.1 Peta Lokasi Administratif Daerah Penelitian (Peta Rupa Bumi Indonesia)

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya, T. D. & Yang, I., 2015. Exploring Landsat 8. *International Journal of IT Engineering and Applied Sciences Research (IJIEASR)*.
- Al-doski, J., 2013. NDVI Differencing and Post-classification to Detect Vegetation Changes in Halabja City, Iraq. *IOSR Journal of Applied Geology and Geophysics*, 1(2), pp. 1-10.
- BNPB, 2012. *Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana*, Jakarta: BNPB.
- Buffington, J. M. & Montgomery, D. R., 2013. *Geomorphic Classification of Rivers. Treatise on Geomorphology*.
- CCRS (Canada Centre for Remote Sensing), 2014. *Fundamental of Remote Sensing*.
- Chauhan, S., Sharma, M. & Arora, M. K., 2010. *Landslide Susceptibility Zonation of The Chamoli Region, Garhwal Himalayas, Using Logistic Regression Model*. s.l., s.n.
- Dunham, R. J., 1962. Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture in Ham. *American Association of Petroleum Geologist Memoir*, pp. 108 - 121.
- Feizizadeh, B. & Blaschke, T., 2013. GIS- Multicriteria Decision Analysis for Landslide Suceptibility Mapping : Comparing Three Methods.
- Firstiano, M. I., 2022. *Geologi Daerah Lubuak Alai dan Sekitarnya, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat. Pemetaan Geologi.*, Universitas Sriwijaya: (Tidak dipublikasikan).
- Fossen, H., 2010. *Structural Geology*, New York: Cambridge University Press.
- Harding, T. P., 1973. Newport-Inglewood Trend, California an Example of Wrench Style Deformation. *AAPG Bulletin*, 57(1), pp. 16-97.
- Highland, L. & Jhonson, M., 2004. *Landslide Type and Processes. United States Geological Survey (USGS)*.
- Hugget, R. J., 2017. *Fundamentals of Geomorphology*. 4th penyunt. London: Routledge.
- Karnawati, D., 2003. *Manajemen Bencana Gerakan Tanah. Diktat Kuliah*. Yogyakarta, Jurusan Teknik Geologi Universitas Gadjah Mada.
- Nandi, 2007. *Longsor*. Bandung: Geografi UPI.
- Nsengiyumva, J. B. et al., 2018. Landslide Susceptibility Assessment Using Spatial Multi-Criteria Evaluation Model In Rwanda. *International Journal of Environtmental Research and Public Health*.
- Pettijohn, F. J., 1975. *Sedimentary Rocks*. 2nd penyunt. New York: Harper and Brothers.

- Pourghasemi, H. R., Gokceoglu, C. & Moezzi, K. D., 2012. *Landslide Susceptibility Mapping Using a Spatial Multi Criteria Model at Haraz Watershed, Iran*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Prahasta, E., 2009. *Sistem Informasi Geografis Konsep - Konsep Dasar (Perspektif Geodesi dan Geomatika)*. Bandung: Informatika.
- Saaty, T. L., 1997. A Scaling Method For Priorities In Hierarchical Structures. *J Math Psychol*, pp. 234-281.
- Sandi Stratigrafi Indonesia, 1996. *Sandi Stratigrafi Indonesia*. Jakarta, Ikatan Ahli Geologi Indonesia.
- Sugiharyanto, M. N. & Khotimah, N., 2009. *Studi Kerentanan Longsor Lahan (Landslide) di Perbukitan Menoreh Dalam Upaya Mitigasi Bencana Alam*. Yogyakarta, Jurusan Pendidikan Geografi Universitas Negeri Yogyakarta.
- Surono, 2003. *Potensi Bencana Geologi di Kabupaten Garut*. Garut: Pemerintah Kabupaten Garut.
- Sutojo, T., Mulyanto, E. & Suhartono, V., 2011. *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi.
- United States Department of Agriculture (USDA), 2010. *Keys to Soil Taxonomy*. USA: Natural Resources Conservation Service.
- Vaddi, R., Kumar, M. A. & Boggavarapu, L., 2020. *A Survey on Electromagnetic Radiation Based Remote Sensing Applications to Agriculture*. s.l., IEEE Xplore.
- Widyatmanti, W., Wicaksono, I. & Syam, P., 2016. Identification of Topographic Elements Composition based on Landform Boundaries From Radar Interferometry Segmentation (Preliminary Study on Digital Landform Mapping). *International Conference and Exhibiton on Remote Sensing & GIS (IGRMS)*.
- Yadav, S., Raj, S. & Roy, S. S., 2013. Remote Sensing Technology and Its Applications. *Intern J. Adv. Res. Technol*, Volume 2, pp. 25-30.
- Zhumabek, Z. et al., 2017. Automated Lineament Analysis to Asses The Geodynamic Activity Areas. *Procedia Computer Science*.